



**HAL**  
open science

## LPA - Laboratoire Pierre Aigrain

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LPA - Laboratoire Pierre Aigrain. 2014, École normale supérieure - ENS, Centre national de la recherche scientifique - CNRS, Université Pierre et Marie Curie - UPMC, Université Paris Diderot - Paris 7. hceres-02031429

**HAL Id: hceres-02031429**

**<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02031429v1>**

Submitted on 20 Feb 2019

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Evaluation de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Pierre AIGRAIN

LPA

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Ecole Normale Supérieure

Centre national de la recherche scientifique

Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie

Université Paris 7 - Denis Diderot



Octobre 2012



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Le Président de l'AERES

**Didier Houssin**

Section des Unités  
de recherche

*Le Directeur*

**Pierre Glaudes**



# Notation

À l'issue des visites de la campagne d'évaluation 2012-2013, les présidents des comités d'experts, réunis par groupes disciplinaires, ont procédé à la notation des unités de recherche relevant de leur groupe (et, le cas échéant, des équipes internes de ces unités). Cette notation (A+, A, B, C) a porté sur chacun des six critères définis par l'AERES.

NN (non noté) associé à un critère indique que celui-ci est sans objet pour le cas particulier de cette unité ou de cette équipe.

**Critère 1 - C1** : Production et qualité scientifiques ;

**Critère 2 - C2** : Rayonnement et attractivité académique ;

**Critère 3 - C3** : Interaction avec l'environnement social, économique et culturel ;

**Critère 4 - C4** : Organisation et vie de l'unité (ou de l'équipe) ;

**Critère 5 - C5** : Implication dans la formation par la recherche ;

**Critère 6 - C6** : Stratégie et projet à cinq ans.

Dans le cadre de cette notation, l'unité de recherche concernée par ce rapport et ses équipes internes ont obtenu les notes suivantes.

- Notation de l'unité : **Laboratoire Pierre AIGRAIN**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	A	A+	A+	A+

- Notation de l'équipe : **Optique cohérente et non-linéaire**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	NN	NN	NN	A+

- Notation de l'équipe : **Térahertz et Infrarouge**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	NN	NN	NN	A+

- Notation de l'équipe : **Physique Mésoscopique**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	NN	NN	NN	A+

- Notation de l'équipe : **Electronique quantique**

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A+	A+	NN	NN	NN	A+



• Notation de l'équipe : **Théorie**

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>
A+	A+	NN	NN	NN	A+

• Notation de l'équipe : **Biophysique**

<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>
C	C	NN	NN	NN	C



# Rapport d'évaluation

Nom de l'unité : Laboratoire Pierre AIGRAIN

Acronyme de l'unité : LPA

Label demandé : UMR

N° actuel : UMR 8551

Nom du directeur  
(2012-2013) : M. Jean-Marc BERROIR

Nom du porteur de projet  
(2014-2018) : M. Jean-Marc BERROIR

## Membres du comité d'experts

Président : M. Joel CIBERT, Institut Néel, Grenoble

Experts : M. Jérôme FAIST, Swiss Federal Institute of Technology, ETH Zurich, Suisse

M<sup>me</sup> Wiebke GUICHARD, Institut Néel, Grenoble

M. Xavier MARIE, Laboratoire de physique et chimie des nano-objets, INSA, Toulouse

M. Fabio PISTOLESI, Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, Bordeaux (représentant du CoNRS)

M<sup>me</sup> Catherine ROYER, Centre de Biochimie Structurale, Montpellier

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Serge BOUFFARD

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Marc BENEDETTI, Université Paris 7 - Denis Diderot

M. Giancarlo FAINI, Institut de Physique du CNRS

M. Marc MEZARD, Ecole Normale Supérieure

M. Reynald PAIN, Université Paris 6 - Pierre et Marie Curie



## 1 • Introduction

### Historique et localisation géographique de l'unité

Le laboratoire Pierre Aigrain est une UMR CNRS-ENS, associée aux universités Pierre et Marie Curie et Denis Diderot. Il est localisé au Département de Physique de l'École Normale Supérieure, rue Lhomond.

### Équipe de Direction

La direction est assurée par un directeur, ce qui est en bon accord avec la taille du laboratoire, et favorisé par son insertion dans une structure (département de physique de l'ENS).

### Nomenclature AERES

ST2

### Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	12,2	11	10
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	13,2	13	12
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	8	8	2
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		1	1
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	12	2	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	45,4	35	26

Taux de producteurs	<b>88.9 %</b>
---------------------	---------------

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	19	
Thèses soutenues	23	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité *	19	
Nombre d'HDR soutenues	3	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	16	14



## 2 • Appréciation sur l'unité

### Points forts et possibilités liées au contexte

Les points forts de ce laboratoire sont les suivants :

- Sa production scientifique, sa reconnaissance internationale et son attractivité ;
- Sa situation privilégiée pour le recrutement de doctorants. Le corollaire en est cependant le très faible nombre de doctorants ayant obtenu un master en dehors de l'Ile-de-France. Vu la difficulté (et le risque) qu'il y a à évaluer et recruter des étudiants d'horizons divers, cela ne peut pas être considéré comme un point faible du laboratoire, qui doit recruter les meilleurs candidats. Cela constituera cependant un risque en cas de baisse du nombre des allocations disponibles ;
- Ses interactions avec les laboratoires de Paris-Centre et de l'Ile-de-France ;
- La synergie existant entre les cinq équipes avec des projets communs ;
- Les recrutements récents, la prise d'autonomie de ses jeunes chercheurs, la bonne identification des équipes nouvellement créées ;
- Sa participation à des projets coopératifs et aux financements associés ;
- La rénovation des locaux.

### Points à améliorer et risques liés au contexte

*(les numéros sont repris dans le paragraphe suivant)*

1. Une équipe est de plus en plus isolée avec des projets qui ne feront qu'accroître cet isolement et devraient la conduire à se confronter à un environnement qui n'est pas celui de la physique de la matière condensée. Le rapport précédent soulignait d'une part la bonne qualité de la recherche antérieure de l'équipe, d'autre part les inquiétudes suscitées par la diminution de l'effectif (chercheurs ou doctorants). Cette diminution de l'effectif s'est accentuée, et la coupure avec les thèmes de recherche antérieurs est maintenant totale. L'évolution thématique a été favorisée par un financement « *Risque* ». Cette évolution ne se justifie que si elle s'accompagne de l'insertion dans un environnement scientifique adéquat.
2. Comme dans tous les laboratoires du domaine, l'augmentation rapide des financements sur contrats, et la diminution de la part des financements récurrents, entraînent des difficultés de plus en plus flagrantes :
  - sur la façon de mener une politique scientifique à long terme, surtout sur des sujets de recherche fondamentale,
  - sur le financement des charges de base du laboratoire, les opérations communes, l'installation des jeunes chercheurs,
  - sur la façon de faire face à la lourdeur de la gestion des contrats qui empiète de plus en plus sur une activité plus créative avec un impact sur tous les acteurs : le directeur, les chercheurs y compris ceux qui viennent d'être recrutés, les personnels de support.
3. La participation du LPA aux projets européens se situe dans la moyenne nationale.
4. Le recrutement d'un technicien en mécanique a échoué.
5. La rénovation des locaux ne permet pas d'accroître les surfaces.
6. Cette rénovation va induire des perturbations qui pourraient être éventuellement associées à des difficultés de fourniture d'échantillons pendant le déménagement du Laboratoire de Photonique et Nanostructures de Marcoussis.





## Recommandations

(les numéros reprennent les points du paragraphe précédent)

1. La réflexion sur l'insertion de l'équipe 6 dans un contexte en meilleur accord avec son évolution récente doit être menée d'urgence par les tutelles. La solution n'est pas du ressort du laboratoire.
2. C'est un aspect qui dépasse largement le cadre du LPA, et qui impacte de plus en plus la vie des laboratoires de ce domaine. Le laboratoire ne peut avoir recours qu'à des solutions de dépannage, peu ou pas satisfaisantes, mais dans l'immédiat il n'a pas le choix.
3. Si on considère la qualité de la recherche menée au LPA, sa prise d'initiative pour la coordination de projets européens pourrait être nettement au-dessus de la moyenne française. Les tutelles devraient aussi favoriser ces initiatives, en évitant d'alourdir la gestion de ces projets comme cela a été fait récemment.
4. Ce recrutement d'un mécanicien vise à garantir un travail de proximité, indispensable au développement d'installations expérimentales originales et performantes. Il faut le maintenir, assorti du recrutement préalable en CDD, peut-être à un niveau plus élevé que *technicien (T)*.
5. Le laboratoire ne doit pas hésiter à redistribuer aux équipes en forte croissance, avec des recrutements récents, une partie des locaux utilisés de façon moins dense par une équipe qui voit ses effectifs diminuer.
6. Les deux derniers points ne réclament pas de recommandations particulières, la prévision détaillée a été effectuée. Il faudra néanmoins bien suivre l'impact sur le déroulement des thèses, en évaluant cet impact à l'avance pour le réduire au maximum, et en prévoyant des solutions pour le petit nombre de cas où cet impact restera fort. Une seconde étape de rénovation (« grand hall » et salles voisines) impactera également le LPA, mais pas avant quelques années.



### 3 • Appréciations détaillées

#### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le LPA a une production scientifique de haut niveau et jouit d'une reconnaissance internationale marquée, comme l'atteste la liste de publications et d'invitations dans des conférences internationales. C'est d'autant plus notable que plusieurs équipes ont fortement évolué au cours des dernières années, entraînant un renouvellement de thèmes au plus haut niveau de la compétition internationale. En particulier, les deux équipes créées à l'occasion de l'arrivée de chercheurs ayant une activité principale extérieure au laboratoire ont su identifier leurs propres domaines de recherche, et elles mènent désormais ces recherches en toute autonomie et avec une reconnaissance qui leur est propre. Ces chercheurs, qui ont joué un rôle moteur, ne sont plus comptés dans les effectifs du laboratoire, même si des collaborations fortes ont été maintenues. Ce fort développement des équipes récentes ne doit pas masquer le fait que les équipes plus anciennes confortent leur reconnaissance internationale et renouvellent une partie de leurs thèmes.

Malgré le contexte actuel du financement de la recherche et ses contraintes, la prise de risque et l'originalité des thèmes de recherche sont bien présents.

#### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Il faut noter tout particulièrement l'excellence du recrutement récent. Il en résulte un laboratoire où les jeunes chercheurs sont nombreux (cf. la pyramide des âges) mais ont pris leurs responsabilités et leur autonomie. Un ERC-starting grant vient d'être obtenu.

L'attractivité du LPA sur les doctorants de haut niveau est très forte. Le contexte ENS est favorable et le LPA en bénéficie. Cela peut avoir ses revers (très peu de doctorants ont obtenu leur Master 2 hors Ile-de-France, et l'essentiel du financement repose sur les allocations doctorales du ministère, avec une incertitude sur l'avenir) mais on ne peut pas reprocher au laboratoire de recruter les meilleurs candidats.

Les participations à des projets coopératifs (principalement ANR) contribuent à une grosse part du budget. Le rayonnement du laboratoire devrait lui permettre des initiatives plus fortes que la moyenne française pour la coordination de projets européens. Le renforcement des liens avec un laboratoire autrichien (T.U. Wien) devrait aller dans ce sens.

Le LPA a attiré des chercheurs de très haut niveau sur des postes invités (ENS - Département de Physique, Paris 6, Paris 7).

Les membres du LPA contribuent à de nombreuses instances et fonctions d'intérêt général (ENS, ANR, GdR, CNRS, PCN-ERC, CNU, AERES, C'nano, Labex...).

#### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

On constate une participation intéressante à la diffusion de l'information et de la culture scientifique, avec en particulier l'activité de vulgarisation sur deux thèmes privilégiés récemment, le graphène en 2010 et la supraconductivité en 2011, et l'action vers les classes préparatoires (élèves et professeurs).

L'activité de valorisation est significative, alors que ce n'est pas l'objectif principal d'un laboratoire de recherche fondamentale. Les compétences en électronique bas bruit, sollicitées par des défis de recherche fondamentale, ont donné lieu à deux brevets. Et si la plupart des travaux ont un caractère affirmé de recherche fondamentale, certains ont un lien fort avec des applications (laser à cascade quantique, avec deux brevets et opérations de valorisation avec deux sociétés).



## Appréciation sur l'organisation et la vie de l'unité

Les interactions entre les cinq équipes sont exceptionnellement fortes, et en forte augmentation depuis la dernière évaluation. Cela est facilité bien sûr par la taille modérée du laboratoire et la grande cohérence des domaines de recherche, mais c'est aussi le résultat d'incitations efficaces et d'une volonté des équipes. Cette synergie entre cinq équipes se manifeste par un accroissement du nombre de projets communs, que ce soit entre théoriciens et expérimentateurs, entre équipes travaillant sur des objets différents, entre équipes travaillant avec des outils différents.

L'animation scientifique est très bonne à tous niveaux, avec des séminaires du laboratoire et des séminaires doctorants, qui s'ajoutent à une offre locale consistante, et sont pourtant bien suivis. Une auto-évaluation efficace a été menée, et la direction apparaît dynamique et proactive.

On doit souligner tout particulièrement la prise d'autonomie des jeunes, bien réussie tout en assurant une bonne synergie.

Comme tous les bons laboratoires du domaine, le LPA connaît une forte hausse des financements sur contrats. Cela impacte la vie du laboratoire, avec un accroissement pour tous des charges de travail non créatif, un temps passé à préparer, évaluer, gérer les contrats dont le coût approche le niveau des sommes attribuées, et une grande difficulté pour mener une politique scientifique à long terme (comme l'exige une recherche fondamentale de haut niveau avec prise de risque).

Concernant la gestion de ces contrats, les laboratoires font face à ces difficultés en interne, les moyens utilisés (concentration de l'activité des administratives sur la gestion, réduction des temps d'accès au secrétariat...) ne sont pas satisfaisants. Les solutions réelles sont aux mains des agences de moyens (prise en compte réaliste des charges d'un laboratoire) et des tutelles (éviter la multiplication d'outils de gestion disparates, éviter d'alourdir les procédures de justification, apporter des procédures de facturation interne).

Les aspects Hygiène et Sécurité sont pris en compte de façon satisfaisante, avec l'implication d'un chargé de recherche comme ACOMO.

## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Le LPA accueille un nombre important de stages de Master 2 (10 par an).

Les nombreux doctorants sont bien encadrés et bénéficient d'excellentes conditions de travail et d'interactions à tous niveaux. Toutes les thèses sont financées ; elles sont soutenues dans un délai moyen de 39 mois et ont donné lieu à publication. Le suivi après-thèse montre une bonne insertion des docteurs.

Le LPA a su recruter de bons post-doctorants (en général financés sur contrats) malgré la difficulté qu'il y a à faire coïncider le calendrier du financement sur un sujet donné d'une part, et les candidatures de haut niveau avec les compétences requises d'autre part.

L'animation interne comprend des « Journées labo » et des séminaires réguliers et suivis (séminaire du laboratoire, séminaire étudiant), point important pour la formation et l'ouverture d'esprit des doctorants et post-doctorants. Les prises de position des doctorants au cours de la discussion avec le comité d'experts ont révélé une grande maturité, et une bonne prise de conscience des enjeux et du fonctionnement d'un laboratoire. Les doctorants apprécient particulièrement l'accessibilité de certains équipements (salle blanche) tout en étant fortement conscients des risques qu'implique une ouverture trop large. Ils apprécient également l'aspect « proximité » des services de cryogénie et mécanique ; pour ce dernier, une formation sur les machines pourrait être envisagée au moins pour certains doctorants.

L'implication dans les masters est forte et toute naturelle, de la part des enseignants-chercheurs mais aussi des chercheurs CNRS (dont 50% enseignent), y compris au niveau de la responsabilité de filière (master de physique Paris 6 par un professeur, Master 2 « concepts fondamentaux de la physique » par un directeur de recherche). Les membres du laboratoire sont particulièrement attentifs à l'évolution des masters en Ile-de-France. Ils soulignent l'importance d'une offre régionale globale et concertée, qui existe depuis longtemps entre Paris-Centre et Paris-Sud (« Physique en Ile-de-France »). Ils sont également sensibilisés au besoin d'une offre à caractère international.

Les membres du LPA ont également organisé des actions de formation comme les rencontres de Moriond de physique (2008), l'école d'été de physique des Houches (2011).



Les doctorants sont majoritairement inscrits à l'école doctorale ED 107 (Physique de la Région Parisienne) mais également à l'ED 397 (Physique et Chimie des Matériaux) et marginalement à l'ED 389 (La Physique de la Particule à la Matière Condensée) et l'ED 387 (Interdisciplinaire pour le Vivant).

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le comité d'experts a particulièrement noté la synergie forte et croissante entre les équipes.

Plusieurs équipes sont de formation récente, et pilotées par de jeunes chercheurs, avec une vision claire des projets à continuer ou à développer. Des sujets nouveaux bien positionnés dans la compétition internationale sont apparus. Les équipes « historiques » ont également bénéficié de cette synergie au sein du laboratoire et plusieurs projets inter-équipe sont identifiés.

Le laboratoire a affiché clairement ses besoins pour les années à venir :

- Recrutements de chercheurs et enseignants-chercheurs : Paris 7 sur l'activité IR-THz, chercheur en physique mésoscopique.
- Recrutement de personnels support :
  - technicien pour le service de mécanique (atelier de proximité). Sur ce type de profil, la compétition avec le secteur privé est rude. Le passage par un CDD est une option à maintenir, il permet d'identifier un bon candidat. Une réflexion (avec l'aide des établissements de formation) sur le niveau du poste peut être envisagée.
  - Ingénieur en nanofabrication, indispensable pour le maintien des savoirs. La salle blanche fait partie du réseau Paris-Centre. Les membres du LPA soulignent à juste titre l'importance d'une telle salle blanche de proximité, en parallèle avec les grandes plateformes nationales.
  - Administration et communication : ce point dépasse le cadre du laboratoire, avec des possibilités de mutualisation avec le département de physique de l'ENS pour la communication.
- Equipements :
  - le service de cryogénie (Département de Physique) fonctionne au maximum de ses capacités et en grande partie pour le LPA, alors que les demandes croissent.
  - Les sujets de recherche du LPA impliquent un accès aux échantillons de qualité. Pour le LPA, cela repose principalement sur le Laboratoire de Photonique et Nanostructures de Marcoussis (nanostructures III-V) et la salle blanche de proximité. Des collaborations sont mises en œuvre pour des échantillons spécifiques. Le développement de l'activité sur le graphène, commun à plusieurs équipes, implique la mise en place de moyens nouveaux.



## 4 • Analyse équipe par équipe

**Équipe 1 :** Optique cohérente et non-linéaire

Nom du responsable : M. Philippe ROUSSIGNOL

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	3	3	3
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	2	2
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		1	1
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	3	1	1
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	8	7	7

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	3	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	6	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	2



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Le groupe « *Optique cohérente et non-linéaire* » développe une recherche de très grande qualité sur les propriétés électroniques et optiques de nano-objets. Au cours des cinq dernières années, il a obtenu des résultats particulièrement originaux sur le contrôle optique de l'émission résonante de boîtes quantiques uniques InAs et sur la génération paramétrique dans des microcavités semiconductrices couplées. Le groupe a acquis une reconnaissance internationale incontestée sur ces thématiques de recherche où il a souvent été pionnier. Parallèlement à ces sujets bien établis, il a su introduire de nouveaux axes de recherche très prometteurs sur les excitations électroniques dans des nanotubes de carbone. Grâce à l'excellente expertise de ses chercheurs et enseignant-chercheurs sur des techniques avancées de spectroscopie optique, de précieuses informations sur les propriétés électroniques et optiques de ces systèmes carbonés ont rapidement été obtenues : structure fine des excitons, effets d'interaction de Coulomb sur la relaxation excitonique, propriétés d'émission de nanotubes fonctionnalisés avec des chromophores organiques...

Des études théoriques au meilleur niveau international sur les propriétés de transport de porteurs photo-générés dans des micro et nanostructures sont également réalisées dans le groupe (effets photo-galvaniques, transitoires ultra-rapides du régime balistique au régime de « drift »...).

Les collaborations avec d'excellents laboratoires en France ou à l'étranger sont à souligner (CEA Grenoble et Saclay, ONERA Chatillon, LKB, UCSB Santa Barbara, Université de Columbia, Université de Rochester...).

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

La production scientifique est d'excellent niveau. De 2007 à 2011, 32 articles ont été publiés dans des revues internationales à comité de lecture (3 PRL, 1 NanoLett, 9 PRB, 4 APL, 2 New Journal of Physics, 2 ChemPhysChem...). La reconnaissance internationale et le rayonnement du groupe sont clairement attestés par le nombre remarquable d'invitations dans des conférences ou workshops (30 conférences invitées dont 21 à l'étranger). Les chercheurs ont également présenté 76 communications dans des conférences en France ou à l'étranger. Six thèses de doctorat ont été soutenues sur la période.

Les membres les plus seniors sont fortement impliqués dans des fonctions importantes d'administration de la recherche au niveau local (Conseil scientifique d'UFR, C'Nano Ile-de-France...) ou national (membre du comité national du CNRS, membre de plusieurs comités d'évaluation AERES, présidence de la commission nationale PES, chargé de mission Europe au CNRS, membre de comité d'évaluation du programme ANR blanc...).

Au niveau des ressources humaines, la composition du groupe a fortement évolué au cours des 5 dernières années : le fondateur de l'équipe est professeur émérite depuis la rentrée 2012 et un jeune senior très prometteur a été nommé professeur à Montpellier. Le groupe a très bien su s'adapter et anticiper ces évolutions avec une promotion Professeur (université Paris Diderot) et le recrutement de trois jeunes au cours des 4 dernières années : deux enseignants-chercheurs (ENS et université Paris 6) ainsi qu'un chercheur CNRS. En outre, un membre du groupe a été nommé récemment à l'Institut Universitaire de France. Six post-doctorants de haut niveau, dont plusieurs de nationalité étrangère, ont été accueillis sur la période.

La politique scientifique s'appuie sur des relations contractuelles de qualité. Le groupe compte de nombreux contrats (essentiellement des projets ANR) ; il est également impliqué dans des projets européens (ITN).

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

La recherche développée au sein du groupe « *Optique cohérente et non-linéaire* » est liée à une approche fondamentale mais les études sont en relation directe avec les défis liés aux systèmes d'information quantique. Deux opérations de valorisation sont en cours avec les sociétés NIT et KIRELLE. Ceci est un point très positif. Un partenaire industriel (Thales TRT) est également partie prenante dans les études sur les propriétés d'émission de boîtes quantiques insérées dans des cristaux photoniques.

Les membres du groupe s'impliquent dans l'organisation de manifestations scientifiques nationales (Journées de la Matière Condensée, réunions de GDR...) ou internationales (Conférence OECS12). On note également une bonne participation à la diffusion de l'information et de la culture scientifique et technique : rédaction d'articles dans « Les Techniques de l'Ingénieur », conférence grand public sur les nanosciences, participation à la Fête de la Science...).



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le groupe est caractérisé par de très fortes interactions scientifiques entre ses chercheurs. On note en particulier des échanges très fructueux entre la thématique liée aux boîtes quantiques III-V et celle liée aux nanotubes de carbone. Les chercheurs les plus expérimentés ont su laisser une forte autonomie aux plus jeunes tout en maintenant une dynamique d'équipe.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Les membres du groupe sont fortement impliqués dans l'encadrement de stagiaires de Master : une douzaine de stages d'étudiants de Master 2 ont été effectués sur la période (universités Paris 6, Paris 7, ENS et étudiant indien). On peut noter une très bonne insertion professionnelle des doctorants formés par le groupe : tous les doctorants formés au cours des cinq dernières années ont obtenu un poste dans l'enseignement supérieur ou la recherche ou sont en post-doctorat pour ceux qui ont soutenu leur thèse plus récemment.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Les projets du groupe sont parfaitement cohérents avec les stratégies déjà développées au cours des dernières années. Les projets sont ambitieux mais réalistes ; la prise de risques existe mais semble bien contrôlée. Plusieurs études sont dans la continuité du travail déjà réalisé mais elles incluent des innovations ou de nouvelles approches : génération de photons uniques sous excitation résonante dans les boîtes quantiques III-V en collaboration avec le Laboratoire de Photonique et Nanostructures de Marcoussis, l'Institut des NanoSciences de Paris et le groupe théorie du LPA ; exploitation de la décohérence inhérente aux systèmes solides à base de boîtes quantiques pour la réalisation de sources de photons uniques innovantes en collaboration avec le CEA Grenoble ; boîtes quantiques insérées dans des cristaux photoniques pour des expériences originales d'électrodynamique quantique en cavité. On note également la continuité du travail original déjà réalisé sur les microcavités couplées en se focalisant sur une émission aux longueurs d'onde telecom (1.55  $\mu\text{m}$ ). Des nouvelles études de génération paramétrique basées sur la susceptibilité non-linéaire du 2<sup>ème</sup> ordre dans des microcavités de GaAs seront également menées et des études de la génération THz avec des microcavités couplées seront effectuées en collaboration avec le groupe THz.

Outre leurs pertinences scientifiques, les nouveaux axes qui seront développés sont très bien adaptés à l'expertise du groupe acquise sur les boîtes quantiques InAs ou les nanotubes de carbone : propriétés électroniques et optiques de boîtes quantiques à base de graphène ; étude des excitations électroniques et des mécanismes de relaxation hors équilibre (sous excitation DC, GHz optique) dans les nanotubes ou systèmes à base de graphène ; propriétés d'émission de nanotubes de carbone couplés à des microcavités fibrés en collaboration avec le LKB (projet particulièrement séduisant et innovant).

### Conclusion

La dynamique du groupe « *Optique cohérente et non-linéaire* » est excellente. Sa reconnaissance au niveau national et international est bien établie.

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le groupe continue à très bien exploiter ses sujets de recherche d'excellence « historiques » (boîtes quantiques, microcavités semiconductrices) et il a su se lancer dans des études des propriétés électroniques et optiques de nouveaux systèmes très prometteurs (nanotubes de carbone fonctionnalisés ou non, boîtes quantiques à base de graphène...). Le groupe a d'autre part démontré sa capacité de renouvellement de ses membres tout en gardant un excellent niveau de production scientifique.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

Le risque principal concerne la fabrication d'échantillons. Comme de nombreuses autres équipes de spectroscopie optique des semiconducteurs en France, on peut remarquer une très forte dépendance au Laboratoire de Photonique et Nanostructures de Marcoussis. Le choix judicieux d'une diversification des thématiques de recherche avec les nanostructures carbonées permettra de limiter ce problème mais un renforcement des collaborations internationales pourrait également être envisagé.

- *Recommandations :*

On peut donc être très confiant en ce qui concerne la dynamique de cette équipe de recherche au cours des prochaines années. Il faudra bien-entendu veiller à maintenir les atouts qui ont fait le succès de ce groupe : fortes interactions entre ses membres et des collaborations très fructueuses avec l'équipe de théorie du laboratoire.



**Équipe 2 :** TéraHertz et Infrarouge

**Nom du responsable :** M. Jérôme TIGNON

**Effectifs**

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	3	3	3
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	5	1	
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	10	6	5

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	3	
Thèses soutenues	5	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3





## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'équipe « *Térahertz* » mène une activité qui a démarré dans le dernier contrat quinquennal. Bien que son activité soit relativement récente, elle a réussi à développer une thématique spécifique propre et obtenir des résultats originaux. Une bonne partie de ceux-ci ont porté sur l'étude de la nature et la spectroscopie du gain dans les structures à cascade quantique travaillant dans le domaine téraHertz. En effet, cette région particulière du spectre électromagnétique souffre encore du manque de sources et de détecteurs, handicapant son utilisation dans des applications comme les capteurs à buts environnementaux ou médicaux. Les lasers à cascade quantique sont de nouvelles sources prometteuses pour ces applications, encore limitées par la difficulté de les faire fonctionner à température suffisamment élevée.

Les nouvelles techniques de spectroscopie ultrarapide développées dans cette équipe ont permis de mieux comprendre le spectre en fréquence du gain de ces structures. En particulier, l'équipe a mis au point une nouvelle technique de commutation du courant qui permet de faire fonctionner le dispositif en impulsions électriques courtes, en y adjoignant un interrupteur déclenché par un faisceau laser à impulsions courtes. Grâce à ce développement, ils ont montré qu'il est possible d'obtenir dans ces conditions une forte amplification, alors que celle-ci est plus limitée dans le cas de fonctionnement en continu. Ce régime de fonctionnement n'avait encore jamais été montré pour les lasers à cascade quantique.

Dans un autre travail remarqué, cette équipe a aussi utilisé une impulsion téraHertz, créée par un interrupteur couplé à une antenne téraHertz, comme germe optique pour le fonctionnement d'un laser à cascade. L'aspect vraiment intéressant de cette opération est qu'elle a permis de synchroniser le spectre du laser QCL à celui de l'émission impulsionnelle. Grâce à cette technique, ils ont réussi à forcer le laser QCL à opérer comme un amplificateur résonnant pour la sonde. On peut aussi voir ce résultat comme une nouvelle technique pour générer le blocage des modes d'un laser à cascade.

L'observation de la conversion de fréquence par non-linéarité résonante dans une structure à cascade est également un résultat marquant. Comme l'est, l'observation de l'émission purement cyclotron par la surface à partir d'une structure à cascade quantique.

De manière générale, ces résultats ont attiré l'attention de la communauté. Ils ont été publiés dans des revues prestigieuses (Nature Communication, Nature Photonics, Applied Physics Letters, IEEE Journal of Quantum Electronics...) et bien cités (10 fois sur une année seulement). Ils ont également suscité de nombreuses présentations invitées à des conférences scientifiques.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe a un très bon rayonnement et une excellente attractivité. Elle a réussi à recruter cinq doctorants et quatre post-doctorants de haut niveau, à juger par leurs publications. Les chercheurs ont aussi organisé des conférences internationales, comme la réunion annuelle du GRD international « THz » à Tignes en 2012 ainsi que l'organisation de minicolloques THz aux JMC 2008 et JMC 2012. Un membre de cette équipe a aussi été organisateur de la conférence internationale « *Optics of Excitons in Confined Systems* » OECS12 (2011) (300 participants) et il a coordonné un contrat de recherche ANR.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'impact de cette équipe dans le domaine socio-économique est reflété par ses deux brevets déposés l'un avec THALES, l'autre avec les collaborateurs du laboratoire MPQ.

L'équipe participe à un groupement d'intérêt scientifique (GIS) « *Dispositifs avancés micro-ondes opto-électroniques et nanométriques* » qui est en cours de labellisation par le CNRS.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Le comité d'experts apprécie le rapprochement entre les deux parties de l'équipe, initialement disjointes.



## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'un des enseignants-chercheurs enseigne dans différents masters.

Un membre senior de l'équipe a eu jusqu'à maintenant des responsabilités particulièrement lourdes au sein de l'ENS. Ces responsabilités prennent fin.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Cette équipe a une bonne stratégie de développement, basée sur le renouvellement et le développement de ses activités de spectroscopie THz. En particulier, le comité d'experts a apprécié l'axe original sur la spectroscopie pompe-sonde du graphène et des isolants topologiques dans le domaine térahertz. Le comité voit positivement l'augmentation prévue de l'implication du scientifique sénior suite à la diminution de ses charges administratives. Le comité apprécie également la création d'un axe commun entre la magnéto-spectroscopie et les impulsions courtes sur les composés du carbone qui apparaît comme un axe transverse du laboratoire.

## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Les points forts de l'activité sont clairement la spectroscopie térahertz ultra rapide dans les structures à cascade quantique, avec l'exploration de l'émission déclenchée et « germée ». Il est clair qu'une difficulté reliée à cette activité est que l'équipe dépend d'échantillons provenant de sources extérieures, bien que dans ce contexte la diversité des laboratoires ainsi que la collaboration avec TU Wien est un atout certain. Les activités prévues dans la combinaison de structures de type méta-matériau avec les nanotubes de carbone sont très intéressantes.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte / Recommandations :*

Les experts ont remarqué l'augmentation prévue de l'effort de scientifiques expérimentés dans l'équipe magnéto-spectroscopie ainsi que le resserrement de l'activité de celle-ci avec l'équipe térahertz, qui permettra de redynamiser cette activité qui était un peu plus en retrait. De même manière, les projets de collaborations sur la dynamique du graphène et des isolants topologiques ainsi que sur son émission THz sont extrêmement prometteuses.



**Équipe 3 :** Physique Mésoscopique

**Nom du responsable :** M. Bernard PLACAIS

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2,2	2	2
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	6,2	4	4

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	6	
Thèses soutenues	6	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	4	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	4



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité de l'équipe « *physique mésoscopique* » se développe sur trois axes : l'optique électronique quantique dans les gaz d'électrons bidimensionnels, les circuits quantiques hybrides et les dispositifs quantiques micro-ondes. Dans les trois domaines, l'équipe est reconnue au niveau international avec une production remarquable (30 publications dont 1 Science, 2 Nature Phys., 5 Physical Review Letters) et un très bon impact (10 publications citées plus de 10 fois pour la période de l'évaluation). L'interaction entre les différents axes est forte avec un fort recouvrement des techniques et des sujets. L'interaction avec les théoriciens du LPA est aussi très fructueuse.

Axe 1 : Le groupe est à l'origine du développement des nouvelles techniques qui exploitent la propagation cohérente des électrons dans les états de bord de l'effet Hall quantique pour réaliser avec des électrons des expériences similaires à celles qui sont possibles en optique quantique. Il s'agit d'un défi ambitieux que l'équipe a su relever depuis une dizaine d'années, et les résultats obtenus montrent que la route est maintenant ouverte pour la compréhension profonde de la propagation cohérente des électrons. L'obtention d'une source d'électron unique et sa caractérisation à travers des expériences à la Hanbury-Brown et Twiss démontrent que les électrons peuvent être manipulés et détectés comme des photons. Par contre la présence de l'interaction coulombienne rend la physique plus riche et intéressante, comme l'équipe l'a montré à travers une expérience récente.

Axe 2 : L'activité de cet axe porte sur le transport dans des systèmes hybrides métal normal, supraconducteur, ferromagnétique et nanotubes de carbone. Plusieurs résultats importants ont été obtenus dans ce domaine allant de la mesure du bruit de grenaille dans un nanotube de carbone à la réalisation d'un couplage entre une cavité électromagnétique et le transport dans un point quantique. On notera en particulier la réalisation (en même temps et indépendamment d'un groupe à Bâle) d'une lame séparatrice pour les paires de Cooper. Cet effet avait été prédit il y a plus de 10 ans et plusieurs groupes au monde étaient en concurrence pour le mesurer.

Axe 3 : La manipulation des électrons uniques nécessite le développement de détecteurs dans le domaine sub-nanoseconde. La réalisation d'un tel détecteur ouvrirait la voie à l'exploration d'une nouvelle physique avec des électrons uniques. Un premier détecteur à base d'un nanotube de carbone avec une résolution de 0.4 électron et une bande passante de 1 GHz a été développé avec succès. Il est extrêmement difficile d'augmenter la bande passante des transistors à base de nanotube de carbone à cause de leur grande impédance. Pour cette raison, l'équipe a entamé le développement des transistors à base de graphène qui sont potentiellement plus rapides que les transistors à base de nanotube de carbone grâce à une grande mobilité. De plus, la fabrication du graphène pose moins de problèmes technologiques que la fabrication des nanotubes. Une meilleure compréhension de la dynamique des porteurs de charge dans le graphène a été obtenue par la mesure de capacités à effet de champ démontrant une dynamique liée à des Fermions de Dirac. L'étude du transport dans le graphène et les nanotubes, menée en collaboration avec l'université Aalto en Finlande, a identifié de nouveaux mécanismes de couplage phonon-électron dans le graphène.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

L'équipe est très fortement impliquée au niveau national dans la participation et le pilotage de projet ANR. Les membres seniors participent très activement à plusieurs instances nationales (direction du GDR physique mésoscopique, Société Française de Physique, comité ANR). L'équipe attire des jeunes brillants, à partir du vivier très riche des masters parisiens, mais aussi au niveau post-doctorant et permanents, avec le recrutement des deux jeunes chercheurs.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'activité de l'équipe porte principalement sur des problématiques de physique fondamentale, qui normalement ne donne pas suite à des applications à très courte terme. Par contre on peut noter plusieurs contributions des membres de l'équipe à la dissémination de la culture scientifique.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Très bonne organisation de l'équipe qui a su développer une activité reconnue au niveau international en permettant en même temps aux membres plus jeunes de prendre de plus en plus d'autonomie. Le comité d'experts remarque que deux des trois axes sont actuellement portés par des jeunes chercheurs qui sont devenus autonomes. Le comité a apprécié le fait que les membres seniors du groupe ont su accompagner cette prise d'autonomie.



## Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Très bonne implication des membres de l'équipe dans l'enseignement aux masters et à l'école doctorale et dans l'organisation d'écoles, mini colloques, et conférences internationales. On remarque aussi la prise de responsabilité dans le projet de direction de l'école doctorale qui va unifier les différentes écoles doctorales dans la région Ile-de-France.

## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le nouveau contrat officialise le départ de l'un des fondateurs de l'équipe, effectif depuis 2008. La contribution de ce membre a été déterminante pour le développement de l'équipe. Le comité d'experts n'a aucune crainte sur les développements futurs car l'équipe a su former des jeunes chercheurs sur des activités très prometteuses, et on peut constater aujourd'hui la réussite remarquable de l'équipe créée il y a 10 ans.

Le projet de recherche proposé est très ambitieux et en ligne avec l'activité précédente de l'équipe. Il se développera sur les trois axes existants, en ouvrant également à des collaborations avec les autres équipes de l'unité, notamment les équipes Optique et THz sur le couplage des phonons et des électrons dans le graphène et l'équipe de théoriciens. Les sujets proposés sont originaux et innovants. Avec ce projet l'équipe avancera dans la compréhension de phénomènes fondamentaux et l'exploration de la propagation cohérente des électrons et leur caractérisation. Le couplage du transport aux cavités électromagnétiques est aussi très prometteur, et a valu l'attribution d'une bourse ERC (starting grant). Finalement l'activité dans les dispositifs microondes quantiques continue son élargissement thématique avec l'inclusion des isolants topologiques.

Le comité d'experts remarque aussi que l'activité de ce groupe est parfaitement bien intégrée à la plus grande part de l'activité développée dans le laboratoire, ce que démontrent clairement les interactions et collaborations fructueuses avec les autres équipes.

## Conclusion

L'équipe « *physique mésoscopique* » atteint sa maturité avec des résultats importants et une position de leader dans plusieurs domaines, une visibilité internationale, des jeunes chercheurs très actifs et des projets ambitieux et cohérents.

### ▪ *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Les points forts de cette équipe peuvent être résumés comme suit :

- Une activité originale et une reconnaissance internationale ;
- Une très bonne production scientifique au plus haut niveau ;
- Une excellente implication de l'équipe au niveau national ;
- Un excellent vivier d'étudiants ;
- Une forte cohérence avec le reste de l'unité.

### ▪ *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

- Un risque de perte d'activité pendant les travaux à l'ENS ;
- Favoriser les échanges des post-doctorants et étudiants avec l'étranger.

### ▪ *Recommandations :*

L'équipe a un potentiel de développement à l'international qui peut être mieux exploité. Il faut encourager encore plus les chercheurs à participer aux appels d'offres internationaux et à s'engager dans des programmes européens ou internationaux.



**Équipe 4 :** Electronique quantique

**Nom du responsable :** M. Benjamin HUARD

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1,2	1	1
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	1	1	1
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)	2		
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	4,2	2	2

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	2	
Thèses soutenues		
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	3	
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		1



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

Depuis sa création à la fin de l'année 2008, l'équipe a accompli des travaux de premier plan avec la mise en place d'une salle d'expérience composée de deux réfrigérateurs à dilution, chacun équipé d'un circuit de mesure bas bruit à base de micro-ondes. Deux résultats excellents, obtenus en très peu de temps, sont déjà publiés dans deux articles de la revue *Physical Review Letters* en 2012. Il s'agit pour le premier de la réalisation d'un amplificateur Josephson accordable sur une large bande micro-onde et qui ne dégrade le signal que par le bruit minimal imposé par la mécanique quantique. Le deuxième résultat concerne la démonstration de la création de champs micro-ondes intriqués de type EPR sur deux lignes de transmission à deux fréquences incommensurables. Ces résultats démontrent l'excellente maîtrise expérimentale du circuit de base qui est un modulateur Josephson en anneau et dont la dynamique variée pourra donner lieu à des expériences uniques pour tester les lois de la mécanique quantique.

Des amplificateurs paramétriques à base de circuits à jonctions Josephson ont été explorés depuis la fin des années 80 pour leur caractère non dissipatif. Depuis 2004, de nouveaux types d'amplificateurs à base de jonctions Josephson, optimisés tout particulièrement pour la lecture des bits quantiques, ont été développés. L'amplificateur quantique basé sur un anneau de quatre jonctions, réalisé pour la première fois en 2010, conserve la phase et ouvre ainsi la voie vers des expériences quantiques originales. Très peu d'équipes au niveau international maîtrisent la technique et les connaissances nécessaires pour appliquer ces amplificateurs Josephson dans des expériences difficiles telles que la lecture non-destructive des qubits, la rétroaction et l'enchevêtrement des états micro-ondes. En plus des résultats déjà publiés, des résultats récents, encore non publiés, sur la rétroaction et la mémoire quantique, démontrent clairement que cette jeune équipe a su acquérir en très peu de temps une maîtrise parfaite de ces expériences, ce qui la positionne au premier niveau dans un domaine extrêmement compétitif.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Il est naturel que le rayonnement et l'attractivité d'une jeune équipe mettent du temps à grandir. Le recrutement des trois post-doctorants successifs a été crucial pour le développement de ses activités et témoigne de son attractivité scientifique. En outre, l'équipe a attiré deux étudiants en thèse. L'équipe a coorganisé une école internationale d'été de physique des Houches en juillet 2011. Depuis cette année les conférences invitées au niveau international confirment le rayonnement croissant de l'équipe.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Il est trop tôt pour donner une appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Cette jeune équipe a été créée suite à une collaboration entre le Collège de France et le LPA initiée en 2008. Au moment de sa création l'équipe était constituée d'un professeur, chef de l'équipe, et un chargé de recherche CNRS nouvellement embauché. La présence du professeur au laboratoire n'étant pas permanente compte-tenu de son deuxième engagement à l'université de Yale, l'encadrement de l'équipe et la mise en place des expériences ont été assurés par le chargé de recherche CNRS. A l'heure actuelle, l'équipe se compose d'un chargé de recherche CNRS, responsable de l'équipe, et un enseignant-chercheur recruté en 2011. Cette équipe maintient une très forte et fructueuse collaboration avec le fondateur de l'équipe, qui pour le nouveau quinquennat n'est plus compté comme membre permanent du laboratoire. Le laboratoire tient à souligner l'importance du rôle du professeur qui a tenu pleinement ses engagements par rapport au LPA. La vie de l'équipe témoigne de la réussite harmonieuse et remarquable du passage des responsabilités du professeur au jeune chargé de recherche CNRS.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

Il est trop tôt pour donner une appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche. Pour le moment aucune thèse soutenue.



## Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

L'équipe propose deux axes de recherches très originaux en se basant sur l'élément phare de leur activité, le modulateur Josephson en anneau. Le premier axe porte sur la thermodynamique de l'information quantique avec l'objectif de mettre en place une expérience unique sur le démon de Maxwell quantique. Ce projet a été sélectionné pour une ANR jeune équipe et a également donné lieu à une bourse de post-doctorant pour une année de la part de la DGA. Le deuxième axe de recherche propose de tirer pleinement profit du « couteau suisse » pour la mécanique quantique en envisageant des expériences variées et de premier plan sur la mémoire quantique, la téléportation, la tomographie des états enchevêtrés et de nouvelles procédures de lecture de qubits.

## Conclusion

En conclusion on peut constater la réussite excellente et épanouie d'une jeune équipe lancée initialement avec un projet extrêmement ambitieux.

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Une maîtrise excellente des circuits Josephson non-dissipatifs permettant de réaliser des fonctions et expériences uniques mettant en œuvre la mécanique quantique.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

- Risque d'inactivité pendant les travaux de rénovation des locaux ;
- Favoriser les échanges de post-doctorants et étudiants avec l'étranger.

- *Recommandations :*

Un chercheur devrait passer son HDR afin de confirmer administrativement la prise d'autonomie déjà acquise en pratique.





**Équipe 5 :** Théorie

**Nom du responsable :** M. Gérald BASTARD

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	2	2	2
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	4	4	4
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	6	6	6

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants	4	
Thèses soutenues	4	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité	1	
Nombre d'HDR soutenues	1	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité du groupe « *Théorie* » se développe suivant deux axes : (1) propriétés optoélectroniques de nano-objets (3 permanents) et (2) physique mésoscopique et systèmes fortement corrélés (3 permanents). Les activités théoriques des deux axes ont un fort recouvrement avec l'activité expérimentale des équipes E1 et E2 pour le premier axe, et E3 et E4 pour le second axe.

L'axe 1 constitue l'activité historique du groupe (laser à cascade, hétéro structures semi-conductrices...) avec une renommée internationale établie depuis des décennies. L'activité de l'axe 2 est portée par des jeunes chercheurs recrutés entre 2003 et 2008, qui ont introduit des nouveaux sujets dans l'équipe (phases topologiques, systèmes hybrides, propriétés dynamiques et effet Kondo dans les nanostructures) et qui ont su se faire remarquer très rapidement au niveau international. On notera une excellente production scientifique de l'équipe avec un nombre impressionnant de publications dans des revues à haut impact (1 Nature Materials, 2 Nature Phys., 21 PRL).

L'axe 1 est caractérisé par des résultats originaux obtenus dans le cadre de collaborations remarquables et exemplaires avec des équipes d'expérimentateurs. On peut notamment noter de réelles avancées sur la compréhension des propriétés des systèmes à cascade quantique sous champ magnétique : modélisation précise des états d'interface et leur rôle sur les règles de sélection optique, étude théorique des temps de vie d'électrons dans les détecteurs à cascade quantique en présence d'impuretés... Une étude particulièrement soignée de l'absorption des porteurs libres dans les lasers à cascade quantique a également été réalisée en confrontant les différentes approches (diagonalisation exacte, approche perturbative, modèles basés sur les fonctions de Green...). Les résultats obtenus sur la modélisation des propriétés électroniques des boîtes quantiques (relaxation d'énergie par effet polaron, effet des charges fluctuantes sur l'émission résonante) sont aussi très originaux et répondent à des interrogations et des préoccupations de dizaines d'équipes d'expérimentateurs dans le monde.

Les contributions marquantes dans l'axe 2 sont nombreuses. On notera ici :

- (i) Le développement d'une théorie qui relie l'ordre topologique à la spectroscopie d'intrication ; cette méthode lie les informations de l'état fondamental aux états excités. Elle est particulièrement utile pour déterminer l'existence d'une phase topologique dans des systèmes en interaction forte.
- (ii) La prédiction de l'existence des corrélations supraconductrices triplet dans un métal normal induite par le couplage à des supraconducteurs et des métaux ferromagnétiques. L'originalité de la proposition repose sur la dérivation et l'utilisation des conditions générales aux bords en présence d'ordre ferromagnétique.
- (iii) La démonstration de l'universalité de la résistance dans un circuit RC quantique cohérent (Nature Phys.) qui, entre autres, a donné une interprétation d'une expérience importante menée dans le groupe E3. Avant ce travail la prédiction de l'universalité de la dissipation quantique reposait sur une théorie de champ moyen.

On remarquera aussi que le groupe « *Théorie* » a une forte ouverture internationale (l'une des plus importantes du laboratoire), avec des collaborations, des invités et des échanges de haut niveau (l'un des membres est professeur invité tous les ans pendant un mois à l'université de Vienne, un autre est professeur invité pendant un an à Princeton).

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

Un fait marquant dans ce domaine est l'attribution de la médaille de bronze du CNRS à l'un des membres de l'équipe. Les membres de l'équipe ont reçu plusieurs invitations (29) à des conférences nationales (7) et en majorité internationales (22). Ils ont aussi organisé quatre colloques dont une Rencontre de Moriond, qui est un événement majeur dans le domaine de la physique mésoscopique. L'attractivité académique est aussi attestée par la qualité et la quantité d'étudiants qui font leur stage de Master (11) ou leur thèse (8) dans le groupe.

On décompte deux projets ANR portés par des membres de l'équipe, mais il semblerait qu'il y a une marge d'amélioration dans ce domaine, au vu de la qualité scientifique de l'équipe.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

L'impact sur ce plan d'une équipe de théoriciens comme celle du LPA, avec une productivité exceptionnelle et de fortes interactions avec les expérimentateurs, est indéniable mais souvent indirect et donc difficile à caractériser. On peut souligner néanmoins les avancées sur la physique des structures à cascade quantique. L'impact direct est associé principalement à l'organisation de rencontres scientifiques au niveau national et international (Moriond, Journées de la matière condensée).



### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Il apparaît assez clairement que les deux axes ont une dynamique différente. L'activité du premier axe est plus focalisée thématiquement et cela favorise les collaborations internes. Les collaborations et les interactions ne manquent pas dans l'axe 2, mais on constate une plus grande diversité des sujets, chaque chercheur se spécialisant dans un secteur bien défini. Le bon fonctionnement de l'équipe est démontré par la grande productivité scientifique. Le comité d'experts salue la prise d'autonomie des jeunes.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

On observe une très grande implication dans l'organisation et l'enseignement dans les masters. Le responsable de l'équipe est le responsable du Master « Concepts Fondamentaux de la physique » et six cours dans différents masters sont assurés par des membres de l'équipe. On dénombre 11 stages master, 8 thèses et 2 post doctorants.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

Le projet de recherche présenté est original, bien qu'il soit dans la continuité de l'activité de l'équipe. Cette activité est aussi cohérente avec les projets des autres équipes expérimentales à la fois sur les propriétés optiques des boîtes quantiques, sur l'émission THz, sur les propriétés électroniques des structures carbonées et sur les circuits quantiques hybrides. On peut également noter des projets de modélisation des nanostructures carbonées, activité particulièrement structurante au niveau du laboratoire. L'élargissement disciplinaire est limité, mais le champ d'intérêt de l'équipe est déjà très vaste, allant des atomes froids aux lasers à cascade quantique. Une partie de l'activité vient d'être financée sur un projet ANR (Agafon). On note là encore une très bonne ouverture à l'international, avec des partenaires de très haut niveau scientifique.

### Conclusion

L'équipe théorie a une excellente production scientifique portée en grand partie par des jeunes chercheurs très actifs qui en très peu de temps sont devenus autonomes et reconnus au niveau international. Cette équipe apparaît centrale dans la vie de l'unité, elle joue un rôle clé en apportant des résultats, des invités, des collaborations et une visibilité internationale dans les domaines d'activités expérimentales développés dans le laboratoire.

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

- Excellente production scientifique au plus haut niveau dans une gamme de sujets très large ;
- Participation à des collaborations internationales de haut niveau ;
- Forte implication dans la formation pour la recherche.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

Les financements ANR et Européen pourraient être plus importants.

- *Recommandations :*

Encourager les jeunes chercheurs à participer aux appels d'offre nationaux et internationaux.



**Équipe 6 :** Biophysique

**Nom du responsable :** M. Francois HESLOT

Effectifs

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014	2014-2018 Nombre de produisants du projet
<b>N1</b> : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés	1	1	
<b>N2</b> : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	2	1	
<b>N3</b> : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>N4</b> : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)			
<b>N5</b> : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)			
<b>N6</b> : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)			
<b>TOTAL N1 à N6</b>	3	2	

Effectifs de l'équipe	Nombre au 30/06/2012	Nombre au 01/01/2014
Doctorants		
Thèses soutenues	1	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues		
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2



## • Appréciations détaillées

### Appréciation sur la production et la qualité scientifiques

L'activité présentée est le travail d'une équipe de taille largement sous-critique : dans la nouvelle configuration, deux permanents dont l'un a accepté des responsabilités d'enseignement lourdes et pas de doctorant.

La faible production scientifique (deux publications soumises en 2012, précédente publication en 2008, 1 brevet délivré en 2008) est sans doute attribuable au cumul de deux causes : le départ de personnel, et le changement de thème de recherche.

L'activité principale est passée de la manipulation de molécules uniques vers des études in-vivo de l'évolution d'une population de bactéries en présence de brassage génomique, avec le soutien du CNRS et de l'université Pierre et Marie Curie.

### Appréciation sur le rayonnement et l'attractivité académiques

La reconnaissance internationale et le pouvoir attractif de l'équipe sont très faibles. Ainsi, un jeune chercheur a quitté l'équipe.

### Appréciation sur l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel

Peu d'interaction avec l'environnement social, économique ou culturel, excepté pour le projet d'ADN clonal.

Il existe des licences d'exploitation sur de précédents brevets, et un brevet délivré en 2010, mais dans les deux cas, il s'agit d'une collaboration antérieure avec une équipe d'un autre laboratoire.

### Appréciation sur l'organisation et la vie de l'équipe

Avec seulement deux personnes, il n'y a pas lieu de discuter de l'organisation de l'équipe.

### Appréciation sur l'implication dans la formation par la recherche

L'équipe ne compte qu'un professeur ayant des fonctions importantes à l'université (responsable depuis 2010 de la mention Physique du Master de l'université Paris 6). Le rapport ne mentionne pas de participation de l'équipe à la formation en biophysique au niveau local.

### Appréciation sur la stratégie et le projet à cinq ans

- Etude in vivo du transfert génomique dans une population de bactéries : l'objectif est de déterminer l'influence d'un transfert d'ADN horizontal sur l'évolution d'une population de bactéries. Les hypothèses de base du projet ne sont pas très clairement décrites. Le transfert génomique se produit généralement entre des organismes présents par exemple dans le sol : il faudrait préciser comment l'étude de lignées de bactéries clonées dans un réacteur fermé pourrait se rapporter à ce problème et fournir des informations fondamentales sur l'évolution d'un tel système. La modélisation qui pourrait accompagner ces études n'est pas décrite. En outre, il s'agit d'un projet très ambitieux pour 1 ETP ½. Il n'est pas fait mention de collaborations avec des microbiologistes qui, même si le responsable du projet a acquis quelques compétences en biologie, pourraient apporter une vision réaliste. L'équipe semble travailler de façon isolée.

- Préparation d'ADN clonal pour des applications en biotechnologie. L'objectif est de développer des moyens novateurs et alternatifs de préparation d'ADN clonal pour des applications en biotechnologie. C'est là aussi un projet très ambitieux pour 1 personne ½ travaillant de manière isolée. Il est peu probable que ce projet puisse être compétitif, au niveau international, vis-à-vis des enjeux des biotechnologies, aussi bien dans le secteur public et que dans le secteur privé.



## Conclusion

- *Points forts et possibilités liées au contexte :*

Le responsable de l'équipe fait preuve d'imagination et de motivation, il apporte aux projets une vision originale.

- *Points à améliorer et risques liés au contexte :*

Les risques sont liés à la taille sous-critique de l'équipe, et à son isolement scientifique au sein du LPA (mais pas dans le contexte de l'ENS ou dans un contexte plus large géographiquement).

Les projets sont très ambitieux pour équipe aussi petite et isolée, sans collaborations avec des microbiologistes. Aussi les chances que le projet se révèle compétitif restent faibles.

- *Recommandations :*

Le chercheur et le professeur qui constituent cette petite équipe devraient probablement être rattachés à une autre structure, dans laquelle la biophysique fait davantage partie des priorités du laboratoire. Sinon, leurs efforts ne seront pas très productifs, aussi intéressantes et novatrices que soient leurs idées. En fait, un enjeu important pour le CNRS, l'INSERM, les universités et l'ENS, serait d'évaluer l'organisation locale de la biophysique sur Paris-Centre, et d'envisager des moyens de rendre cette activité plus forte et plus visible. C'est dans ce contexte que cette équipe pourrait trouver un environnement plus favorable à son épanouissement.



## 5 • Déroulement de la visite

### Dates de la visite :

Début : 23 octobre 2012, 8h30  
Fin : 24 octobre 2012, 16h00

Lieu de la visite : laboratoire  
Institution : ENS  
Adresse: rue Lhomond, Paris

Locaux spécifiques visités : Installations expérimentales des équipes

### Déroulement ou programme de visite :

#### Mardi 23 octobre :

- 8h30 - 9h30 Accueil - Réunion du comité d'experts à huis clos
- 9h30 -10h30 Présentation du bilan par le directeur
- 10h45 -12h30 Exposés scientifiques
  - Équipe Optique cohérente et non-linéaire (E1) : M. Christophe VOISIN : Transferts d'énergie dans des nanotubes fonctionnalisés ;
  - Équipe Tera-Hertz et Infrarouge (E2) : M. Jérôme TIGNON : Spectroscopie THz de lasers à cascade quantique ;
  - Équipe Electronique quantique (E4) : M. Benjamin HUARD : Le modulateur Josephson en anneau : un couteau suisse pour l'information quantique aux radio-fréquences ;
  - Équipe Théorie (E5) : M. Robson FERREIRA : Etudes non-perturbatives de l'absorption optique et du transport de charge dans les multicouches de semiconducteurs ; M. Christophe MORA : Réponse dynamique d'un nanoconducteur : l'exemple du circuit RC quantique.
- 14h00 -16h00 Visite des équipes E1, E2, E4 et E5
- 17h00 -17h30 Rencontre avec le Conseil de Laboratoire
- 17h30 -18h00 Rencontre avec les doctorants et post-doctorants
- 18h00 -19h00 Débriefing de la première journée. Comité d'experts à huis clos

#### Mercredi 24 octobre :

- 9h00 - 9h50 Exposés scientifiques
  - Équipe Physique (E3) : M. Takis KONTOS : Circuits de boîtes quantiques dans des cavités micro-ondes ;
  - Équipe Biophysique (E6) : M. François HESLOT : Évolution de bactéries par brassage de génomes.
- 9h50 - 10h50 Visite des équipes E3 et E6
- 11h00 - 11h45 Présentation du projet par le directeur
- 11h45 - 12h30 Rencontre avec les représentants des tutelles
- 12h30 - 13h00 Rencontre avec le directeur
- 13h00 - 16h00 Délibération du comité d'experts (huis clos)



### Points particuliers à mentionner :

Excellent déroulement de la visite, préparée par des documents extrêmement clairs. Un bon choix des exposés par de jeunes chercheurs ayant pris leurs responsabilités, traduisant bien un point fort de l'évolution récente du laboratoire. Une visite rendue encore plus agréable par l'excellente ambiance qui règne de toute évidence au sein du laboratoire.

Le seul point particulier porte sur la difficulté à constituer un comité de visite permettant d'évaluer une équipe dont l'activité est complètement disjointe de celle de l'ensemble du laboratoire. L'ensemble du comité de visite a cependant tenu sur ce point à mener en commun une évaluation ouverte et approfondie, résultant des échanges qui ont eu lieu au sein de l'ensemble du comité d'experts.





## 6 • Statistiques par domaine : ST au 10/06/2013

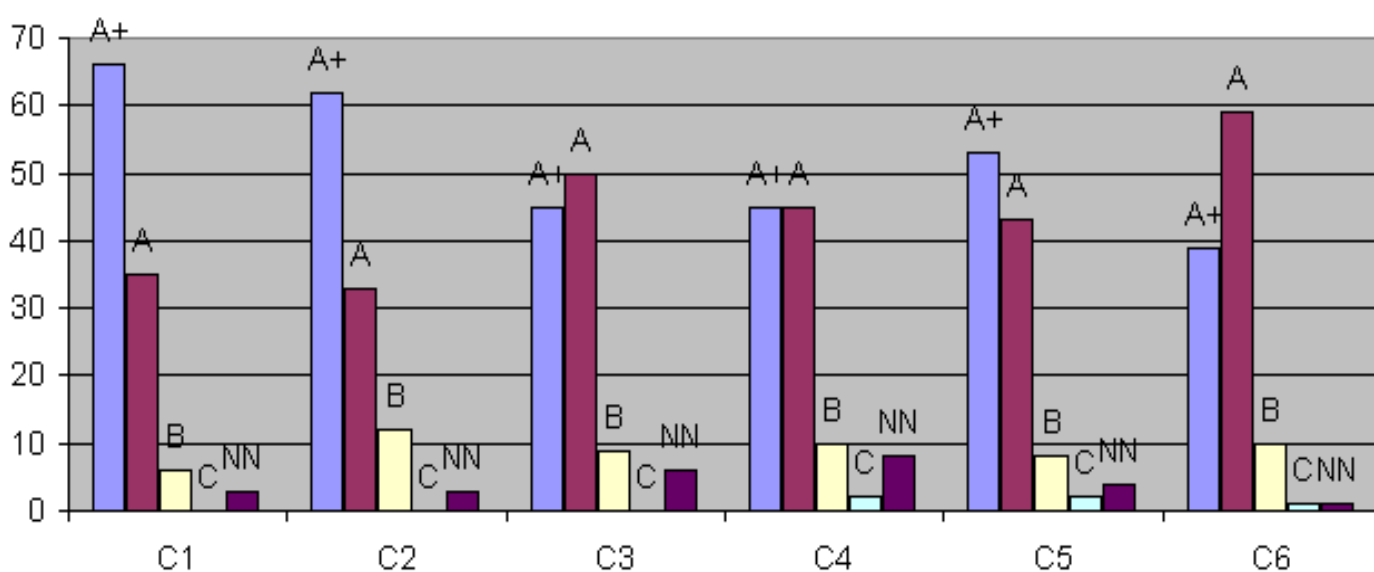
Notes

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
A+	66	62	45	45	53	39
A	35	33	50	45	43	59
B	6	12	9	10	8	10
C	0	0	0	2	2	1
Non Noté	3	3	6	8	4	1

Pourcentages

Critères	C1 Qualité scientifique et production	C2 Rayonnement et attractivité académiques	C3 Relations avec l'environnement social, économique et culturel	C4 Organisation et vie de l'entité	C5 Implication dans la formation par la recherche	C6 Stratégie et projet à cinq ans
A+	60%	56%	41%	41%	48%	35%
A	32%	30%	45%	41%	39%	54%
B	5%	11%	8%	9%	7%	9%
C	0%	0%	0%	2%	2%	1%
Non Noté	3%	3%	5%	7%	4%	1%

Domaine ST - Répartition des notes par critère





## 7 • Observations générales des tutelles



Le directeur adjoint Sciences  
45, rue d'Ulm  
75230 Paris Cedex 05

A propos du rapport d'évaluation du LPA

Paris, le 27 mars 2013

La direction de l'ENS a étudié le rapport d'évaluation du LPA. Comme la direction du laboratoire, nous le trouvons très pertinent : le LPA est un excellent laboratoire. Nous voudrions apporter une nuance concernant l'équipe 6. Il est incontestable que les activités actuelles de l'équipe ne cadrent plus avec les problématiques du LPA. La pertinence de l'implantation de cette équipe au sein du LPA était d'ailleurs déjà étudiée par le responsable de l'équipe, la direction du LPA et les tutelles avant la visite du comité. L'ENS et le CNRS vont finaliser leur réflexion conjointe pour trouver dans un délai raisonnable l'environnement le plus favorable au développement des activités de l'équipe. Nous tenons à insister sur le fait que l'équipe mène une reconversion thématique qui explique largement le déficit d'activité pendant la période d'évaluation, déficit d'activité tendant à prendre fin comme le remarque le comité. Ce mouvement se confirme par la publication par l'équipe depuis la réunion du comité de deux articles dans des revues à comité de lecture.

Yves Laszlo.